

51

Int. Cl. 2:

G 01 F 1/78

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

G 01 P 5/00



DT 26 29 833 A 1

11

Offenlegungsschrift 26 29 833

21

Aktenzeichen: P 26 29 833.9

22

Anmeldetag: 30. 6. 76

43

Offenlegungstag: 27. 1. 77

30

Unionspriorität:

32 33 31

30. 6. 75 USA 591907

54

Bezeichnung:

Verfahren zum Messen der Fließmenge einer Flüssigkeit oder eines Gases und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

71

Anmelder:

S & F Associates, Boulder, Col. (V.St.A.)

74

Vertreter:

Pfenning, J., Dipl.-Ing.; Maas, I., Dipl.-Chem. Dr.;
Meinig, K.-H., Dipl.-Phys.; Lemke, J.-M., Dipl.-Ing.;
Spott, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Pat.-Anwälte, 1000 Berlin,
8000 München u. 8900 Augsburg

72

Erfinder:

Smith, James E., Boulder, Col. (V.St.A.)

Best Available Copy

DT 26 29 833 A 1

PFENNING · MAAS · SEILER · MEINIG · LEMKE · SPOTT

PATENTANWÄLTE
BERLIN · MÜNCHEN · AUGSBURG

2629833

Patentanwälte · Oldenburgallee 10 · D 1000 Berlin 19

J. Pfenning, Dipl.-Ing. · Berlin
Dr. I. Maas, Dipl.-Chem. · München
H. Seiler, Dipl.-Ing. · Berlin
K. H. Meinig, Dipl.-Phys. · Berlin
J. M. Lemke, Dipl.-Ing. · Augsburg
Dr. G. Spott, Dipl.-Chem. · München

BÜRO BERLIN:
Oldenburgallee 10
D 1000 Berlin 19

Telefon:
030 / 304 55 21 / 304 55 22

Telegrammadresse:
Seilwehrpatent

Ihr Zeichen
Your reference

Ihre Nachricht vom
Your letter of

Unser Zeichen
Our reference

Berlin
Date

Ma/Si

S & F Associates
2700 29th Street
Boulder, Colorado 80301
USA

Verfahren zum Messen der Fließmenge einer Flüssigkeit oder
eines Gases und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren und Vorrichtungen
zum Messen der Fließmenge von Flüssigkeiten und Gasen, ins-
besondere auf solche Meßverfahren und Vorrichtungen, die sich
wenigstens eines Leitungsabschnittes bedienen, der umkehrbar
sich um einen Winkelabschnitt zu drehen vermag.

Für eine Vielzahl von Anwendungsfällen ist es wünschenswert
und erforderlich, die Mengenflußrate einer Flüssigkeit oder

-2-

609884/0834

eines Gases durch eine Leitung in geeigneten Zeitabständen bestimmen zu können. Es sind eine Vielzahl indirekter oder komplizierter Meßvorrichtungen für die Bestimmung der Mengenflußrate bisher zur Anwendung gelangt. In den meisten dieser Fälle bedient man sich dabei eines zweistufigen Bestimmungsverfahrens, wobei man im ersten Verfahrensschritt die Dichte des Fließmediums bestimmt und nachfolgend eine Messung der Geschwindigkeit des Fließmediums vornimmt. Die Geschwindigkeitsmessung erfordert im allgemeinen die Einbringung einer Meßsonde, wie etwa eines Staurohres, eines Propellers oder einer Meßdüse und dergleichen mehr in den Fließstrom, was gleichbedeutend damit ist, daß die Meßvorrichtung dem zu messenden Fließmaterial ausgesetzt ist. Hieraus ergeben sich eine Reihe von Nachteilen und Schwierigkeiten insbesondere dann, wenn korrosive oder aggressive Fließmedien, wie beispielsweise geschmolzenes Natrium für Kühlzwecke, Tieftemperaturmedien, Fließmedien, die unter hohem Druck stehen, oder anderweitige extreme Bedingungen vorgeben oder schließlich chemisch aggressive Fließmedien zu messen sind. Bei den bekannten Vorrichtungen ist es darüber hinaus nachteilig, daß diese nicht linear arbeiten, so daß sich langwierige und schwierige Eichprobleme nicht vermeiden lassen.

In jüngerer Zeit sind auch Vorrichtungen entwickelt worden, mit denen externe Bestimmungen der Fließrate möglich werden.

Hierbei handelt es sich jedoch im wesentlichen um kompliziert aufgebaute Vorrichtungen, die sich etwa einer Oszillations-schleife in einem Rohr bedienen oder für die Maßnahmen erforderlich werden, durch welche der Fluß, der letztlich gemessen werden soll, behindert wird. Des weiteren sind Vorrichtungen zur Messung der Corioliskraft zu nennen, die unter Verwendung von Resonanzrohren, Rotationsdichtungen und anderen entsprechend kompliziert aufgebauten Geräten betrieben werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art so zu gestalten und weiterzuentwickeln, daß die bei den bisher bekannten vergleichbaren Verfahren und Vorrichtungen aufgetretenen Nachteile und Mängel behoben werden können.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in der Schaffung von Fließmengenmessern und Verfahren zur Bestimmung der Fließrate, wobei die Messung in einem Leitungsabschnitt vorgenommen wird. Hierbei wird von der Gegenwirkung eines Abschnittes ausgegangen, vorzugsweise zweier Leitungsabschnitte, wobei eine in Längsrichtung ausgebildete Winkeldrehbewegung des Abschnittes ausgenutzt wird und eine dabei ausnutzbare besondere Kraftkomponente direkt proportional zur Menge des durch den Leitungsabschnitt fließenden Mediums ist. Durch Messung der Kraft und entsprechende Umformung dieses Parameters läßt sich eine lineare Ausgangsanzeige der Fließmengen durch die Leitung

vorgeben.

Das im wesentlichen lineare Ausgangssignal, welches proportional der Fließmenge ist, führt zu wesentlichen Vorteilen gegenüber bisher bekannten Vorrichtungen und Verfahren der hier interessierenden Art.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des Erfindungsgedankens ergeben sich aus den Ansprüchen. Die beiliegenden Zeichnungen sollen die vorliegende Erfindung beispielsweise näher beschreiben. Es bedeutet:

Figur 1 : Eine vereinfachte schematisierte Wiedergabe der Vorrichtung nach der Erfindung;

Figur 2 : die schematische Darstellung einer bekannten, eine Kraft vorgebenden und messenden Vorrichtung - wie sie im Besonderen im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann,

Figur 3 : eine diagrammartige Darstellung des Ausleseteils einer Vorrichtung nach der Erfindung,

Figur 4 : eine Diagrammdarstellung des Kraftverlaufes über der Zeit für die Vorrichtung gemäß Figur 1;

- 5 -

Figur 5 : eine Kurvenwiedergabe der erzeugten Signale, wobei auf der Abszisse Bezug auf das Diagramm gemäß Figur 4 genommen ist;

Figur 6 : eine graphische Darstellung der jeweils gegenwärtigen und gemessenen Fließraten unter Verwendung der Vorrichtung nach der vorliegenden Erfindung; und

Figur 7 : eine graphische Darstellung der Fließraten zweier Fließmedien unterschiedlicher Dichten gemessen unter Verwendung der Vorrichtung nach der vorliegenden Erfindung.

Die Vorrichtung 10 gemäß Figur 1 dient der Bestimmung und Anzeige der Fließmengenrate einer Fließmediums durch eine Leitung. Die Vorrichtung 10 wird von einem Auflager 11 aufgenommen und sie zeigt zwei Leitungsabschnitte, nämlich den ersten Leitungsabschnitt 12 und den zweiten Leitungsabschnitt 13, die sich drehbar bzw. schwenkbar über die Drehzapfen 15 und 16 auf dem Auflager 11 abstützen. Die aneinander angrenzenden Teile des ersten Leitungsabschnittes 12 und des zweiten Leitungsabschnittes 13 sind in der dargestellten Weise beweglich miteinander verbunden, und zwar so, daß das Fließmedium durch die Kupplungsstelle hindurchtreten kann, wofür

-6-

- 6 -

zwei flexible Kupplungsstücke 17 mit einem mittleren Verbindungsstück 18 verwendet wird. Eine Querschiene 19 liegt in der dargestellten Weise im wesentlichen parallel und im Abstand von den beiden Leitungsabschnitten 12 und 13 und ist mit einer Gelenkstange 20 und einer weiteren Gelenkstange 23 mit jeweils einem der Rohrabschnitte verbunden. Mittig ist die Querstange 19 von einem Drehmomentmesser 26 getragen, auf den später im Zusammenhang mit Figur 2 noch zurückgekommen werden wird.

Von dem Auflager 11 ist zusätzlich das Gehäuse 27 aufgenommen, in welchem ein Schwimmelement 29 innerhalb des Gehäuses in vertikaler Richtung frei bewegbar montiert ist. Der Drehmomentensensor 26 ist von dem Schwimmelement 29 aufgenommen. Das Schwimmelement 29 kann beispielsweise ein federnd gelagerter Schwinger sein.

Eine Motorhalterung 30 ist an dem Gehäuse 27 fest angebracht und ragt über diese hinaus. Die Motorhalterung 30 trägt ein Kreiselrad 31, welches, wie in Figur 3 gezeigt, mit dem Motor 32 verbunden ist. Eine Kurbelstange 33 ist exzentrisch an der Kreiselscheibe 31 gelagert und um einen Stift 34 drehbar. Über einen zweiten Stift 35 am entgegengesetzten Ende der Kurbelstange ist diese mit dem Schwimmelement 29 verbunden. Die Kreiselscheibe 31 ist des weiteren mit einem Loch 38 versehen, welches entlang derjenigen Durchmesserlinie liegt, die

-7-

durch das Lager 34 der Kurbelstange 33 definiert ist.

Bei Drehung der Kreiselscheibe 31 in Pfeilrichtung wird zufolge der exzentrischen Lagerung der Schubstange 33 das Schwimmelement 29 hin und her bewegt, so daß auch die Querstange 19 und die beiden an ihren Enden angelenkten Übertragungsglieder 20 und 23 die beiden Rohrabschnitte 12 und 13 um die Drehpunkte 15 und 16 hin- und herbewegen. Damit ergibt sich letztlich eine periodische Winkel- oder Dreh-schwingung für die beiden Leitungsabschnitte 12 und 13. Die durch diese Leitungsabschnitte hindurchbewegte Fließmasse wird damit den Corioliskräften F_1 und F_2 unterworfen, die jeweils in ihrer Richtung entgegengesetzt sind. Die entgegengesetzten Kräfte F_1 und F_2 induzieren ein Kraftmoment auf den Querträger 19, welches durch den Drehmomentensensor 26 gemessen und kompensiert bzw. ausgeglichen wird. Die jeweilige Amplitude der Kräfte F_1 und F_2 sind der durch die beiden Rohrabschnitte 12 und 13 fließenden Flußmenge direkt proportional.

Es ist möglich, daß irgendwelche Ungleichheiten zwischen dem ersten Rohrabschnitt 12 und dem zweiten Rohrabschnitt 13 und den daran angelenkten Übertragungsstangen Kräfte hervorbringen können, deren Amplitude größer als die der Kräfte F_1 und F_2 ist. Derartige Unwuchtkräfte sind jedoch abhängig von der

jeweils wirkenden Beschleunigung, wobei wiederum die Kräfte F_1 und F_2 eine Funktion der Winkelgeschwindigkeit darstellen. Bei dem sinusförmigen Bewegungsablauf der durch die Vorrichtung 10 vorgegeben wird, ist die Winkelgeschwindigkeit am größten, wenn die Beschleunigungskräfte 0 sind, da die Winkelbeschleunigung mathematisch die erste Ableitung der Winkelgeschwindigkeit ist. Wenn entsprechend der Drehmomentensensor 26 mit einer Vorrichtung versehen wird, wie sie weiter unten noch näher beschrieben werden wird, und die der Wahrnehmung des Kraftmomentes der Querstange 19 dient, und zwar nur dann, wenn die Beschleunigungskräfte im wesentlichen 0 sind, dann wird es möglich, die ungewollten Beschleunigungskräfte, die als Nebenwirkung zu verzeichnen sind, auszuschalten und die Messung im wesentlichen nur auf die gewünschten Corioliskräfte auszurichten, wenn letztere gerade einen maximalen Wert aufweisen.

Das Prinzip des elektronischen Drehmomentensensors 26 ist in vereinfachter Form in Figur 2 dargestellt. Danach ist ein Kern oder Anker 40 mit einer Spule 41 umwickelt, die in einen besonders ausgeformten Permanentmagneten 42 eintaucht. Fest in Stellung gebrachte obere und untere Kondensatorplatten 44 und 45 nehmen im Abstand zwischen sich eine bewegliche Kondensatorplatte 46 auf, die in der dargestellten Weise von dem Kern 40 gehalten ist. Wenn entsprechend eine Verschiebung des Kerns 40 erfolgt, dann wird diese Bewegung

wegen der damit verbundenen Verschiebung der Kondensatorplatte 46 über die Drahtanschlüsse 47 und 48 eine Anzeige an dem Kontrollinstrument 49 hervorbringen, die der Änderung der Kapazität des Kondensators 44/45 entspricht. Von dem Anzeigeinstrument 49 wird über die Leitung 50 der Spule 41 ein Strom zugeführt, der dazu dient, die bewegliche Kondensatorplatte 46 in einem vorbestimmten Verhältnis zu den festen Kondensatorplatten 44 und 45 zu belassen. Der Strom, der erforderlich ist, um die Kraft aufzubringen, die der Stabilhaltung des Kerns 40 in einer vorgegebenen Position dient, wird an der Skala 51 angezeigt und ist damit messbar. Die hierfür erforderliche Messvorrichtung ist an sich bekannt (vgl. japanische Patentanmeldung 76 572/73 - offengelegt am 15. Oktober 1973 und eine Mehrzahl anderer Patentschriften). Wie sich aus Figur 2 unschwer entnehmen läßt, läßt sich mit der Messanordnung eine lineare Kraftbeaufschlagung vorgeben, die in Verbindung mit der ein Drehmoment vorgegebenen Anordnung nach Figur 1 eine Funktion des am Sensors 26 angreifenden Drehmoments ist. Ein direktes Drehmoment oder eine entsprechende Drehkraft läßt sich auch von einem Elektromotor vorgeben, wenn der Anker 40 in Drehung versetzt wird, was sich über die Kondensatorplatten 44 und 45 wahrnehmen läßt, wobei die durch die Rotation verursachte Kraft 0-setzbar ist. Zusätzlich ist es möglich, Induktivitäten oder Widerstände in Anwendung zu bringen, um wie bei der kapazitiven Methode die Lage der Schwingstange messen zu können. Da der

Sensor 26 zwischen das Schwimmelement 29 und die Schwingstange 19 für die angegebenen Messzwecke geschaltet ist, ergibt sich der gewünschte Nullausgleich für das Drehmoment, das auf die Schwingstange 19 wirkt.

Wie weiter aus Figur 3 ersichtlich, wird eine Kreiselscheibe 31 von dem Motor 32 in Drehbewegung gesetzt. Auf einer Seite der Kreiselscheibe 31 sind zwei Lichtquellen 53 und 54 in Stellung gebracht, wobei es sich vorzugsweise um lichtemittierende Dioden "LED's" und Fotosensoren 55 und 56 handeln kann und letztere auf der gegenüberliegenden Seite der Kreiselscheibe 31 in der dargestellten Weise angebracht sind. Die Lichtquellen und die Fotosensoren liegen hierbei fluchtend zueinander. Da es sich entsprechend das Loch 38 innerhalb der Kreiselscheibe 31 in einer horizontalen Ebene befindet, wird die über die Schubstange 33 ausgeübte Beschleunigung auf das Schwimmelement 29 übertragen, und somit auch auf die beiden Leitungsabschnitte 12 und 13, wobei die Beschleunigung 0 ist, wenn die Winkelgeschwindigkeit der beiden Rohrabschnitte 12 und 13 ein Maximum einnimmt. In diesem Augenblick wird der Fotosensor 55 oder 56 aktiviert, d.h. durch die aus den Zeichnungen ersichtliche geometrische Anordnung wird er in diesem Augenblick lichtbeaufschlagt, wobei der entstehende Strom auf ein Anzeigeinstrument 49 wirkt und das ablesbare Signal den optimalen Zeitwert anzeigt, der eine Ablesung am Drehmomentensensor 26 ermöglicht. Selbstverständlich läßt

sich ein entsprechendes Ergebnis auch mit Näherungsdetektoren erreichen, etwa unter Verwendung von Mikroschaltern oder anderen geeigneten Hilfsmitteln zur Positionsanzeige. Auch ist es in Abwandlung des gezeigten Ausführungsbeispiels möglich, ⁱⁿ die Kreiselscheibe 31 zwei Löcher einzubringen und dafür nur einen Fotosensor und eine Lichtquelle - etwa die Lichtquelle 53 und den Fotosensor 55 - zu benutzen.

Die Wirkungsweise und der Aufbau der Vorrichtung gemäß Figuren 1 bis 3 soll nachfolgend noch anhand der Figuren 4 und 5 weiter verdeutlicht werden. Wie gezeigt, befinden sich die Kräfte zur Beschleunigung der Leitungsabschnitte 12 und 13 nicht in Phase mit den Kräften, die sich aus dem Corioliseffekt ergeben, wobei die Beschleunigungskräfte 0 sind, wenn die Corioliskraft ein Maximum einnimmt. Entsprechend gibt, wie in Figur 5 gezeigt, der Sensor 26 eine Ausgangsinformation ab, die der Kraft bzw. dem Drehmoment entspricht, welches auf die Schwingstange 19 ausgeübt wird, und zwar nur in den ausgewählten Stellungen, in welchen die Corioliskraft am größten ist, und die Beschleunigungskräfte 0 sind. Andere Kräfte, wie etwa das Drehmoment, welches durch die flexiblen Kupplungsglieder 17 hervorgerufen werden, sind gleichfalls 0 oder wenigstens vernachlässigbar klein, wenn eine unverzerrte bzw. formgerechte Stellung für die Anordnung vorliegt, bei welcher die Corioliskräfte gemessen werden.

Für die Überprüfung der Wirkungsweise der Vorrichtung 10 wurde Wasser durch die Vorrichtung mit unterschiedlichen Fließraten gegeben, wofür man sich eines Containers mit bekanntem Volumen und für die Zeitmessung einer Stopuhr bediente. Auf diese Weise wurden vier unterschiedliche Fließraten eingestellt und dem Messvorgang unterworfen.

In Figur 6 sind die Messergebnisse wiedergegeben, wobei die Messablesungen ohne Berücksichtigung des Skalenfaktors auf der Abszisse aufgetragen sind, während die Messungen der Fließrate durch die Ordinate gekennzeichnet sind. Die Darstellung ergibt ein im wesentlichen lineares Verhalten. Damit kann ein fester Skalenfaktor für die Messanzeige der jeweiligen Fließmenge vorgegeben werden, diese also unmittelbar angezeigt werden, was bei den bisher bekannten, nicht linear arbeitenden Messinstrumenten nicht möglich war bzw. zu Komplikationen führte.

In der graphischen Darstellung von Figur 7 ist ein lineares Verhalten zwischen dem prozentualen Anteil des maximalen Flusses (Ordinate) und der Skalenanzeige (Abszisse) für Wasser wiedergegeben, und zwar auf der Grundlage der Messungen entsprechend der Figur 6. Die Skalenablesung für Wasser wurde hier korrigiert mit einem Faktor 0,7, dem spezifischen Gewicht von Benzin, wobei die Fließmengen von Benzin dann die genauen Ableswerte vorgaben. Die dargestellten Messungen zeigen, daß die jeweiligen Fließmengen von Benzin identisch

genau messbar waren wie diejenigen von Wasser. In Figur 7 überschneiden sich im wesentlichen die theoretischen Messergebnisse in Form der ausgezogenen Linien mit den tatsächlich gemessenen für Wasser, die mit kleinen Kreisen wiedergegeben sind, sowie den tatsächlich gemessenen für Benzin, deren Messwerte mit kleinen Kreuzchen gekennzeichnet sind.

Bei der oben beschriebenen Ausführungsform bedient man sich einer Anordnung, in der zwei Rohrabschnitte schwingen bzw. rotieren. Es ist aber auch möglich, nur einen Rohrabschnitt dieser periodischen Bewegung zu unterwerfen. Hierfür bedient man sich eines einfachen Gegengewichtes, welches geeignet ist, die auftretenden Kräfte zu kompensieren. Auch ist es möglich, die axial zueinander liegenden Rohrabschnitte gemäß der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform anders anzuordnen, so beispielsweise ist eine seitliche Lage denkbar, also eine Lage, in der die beiden bewegten Rohrabschnitte nebeneinander liegen und in der dann das flexible Kupplungsstück in Form eines "U" ausgeformt ist. Bei einer derartigen Ausführungsform würde die Schwingbewegung der Rohre stets in gleicher Richtung erfolgen, während die Fließrichtung in jedem Rohrabschnitt entgegengesetzt verläuft. Diese Anordnung würde insofern einen beträchtlichen Vorteil bringen, als ein gewisser Widerstand für den Fließvorgang in der U-förmigen Anordnung entstehen würde. Für den Fall der Messung von gasförmigen Medien würde eine druckbeaufschlagte Verkleidung jedoch zu einem Vorzug der fluchtend zueinander angeordneten

- 14 -

beiden Rohrabschnitte Anlaß geben, ohne daß auf eine flexible Kupplungsverbindung zurückgegriffen werden müßte.

Mit der vorliegenden Vorrichtung lassen sich alle Arten von Fließmedien, also sowohl Flüssigkeiten als auch Gase, und selbst Feststoffpartikel in geeigneter Weise messen.

ANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Messung der durch Leitungen fließenden Fließmengen durch Messung der Corioliskräfte
dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zwei Rohrabschnitte (12, 13) mit jeweils einem Einlaß- und einem Auslaß aufweist, daß der erste Rohrabschnitt (12) drehbar montiert ist und mit seinem Auslaß angrenzend zu dem zweiten, gleichfalls drehbar angeordneten Rohrabschnitt (13) bzw. dessen Einlaß liegt, wobei der Auslaß des ersten Rohrabschnittes (12) und der Einlaß des zweiten Rohrabschnittes (13) über ein schwingfähiges Verbindungsglied in Fließverbindung miteinander stehen, so daß sie in der Lage sind, hin- und hergehende Winkeldrehungen um ihre auf Drehstutzen gelagerten Enden auszuführen und daß ein Drehmomentensensor (26) für die Messung des Kraftmoments zwischen den beiden Leitungsabschnitten (12 und 13) vorgesehen ist, welches sich aus den Corioliskräften ergibt, die durch die durch die Leitungsabschnitte fließenden Fließmengen hervorgerufen werden.

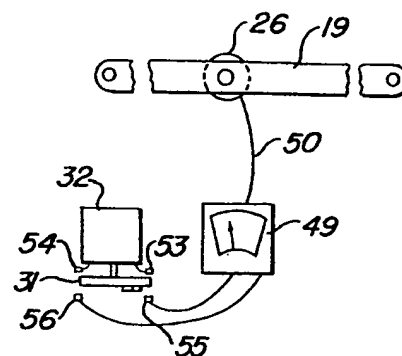
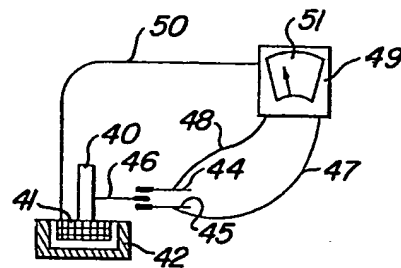
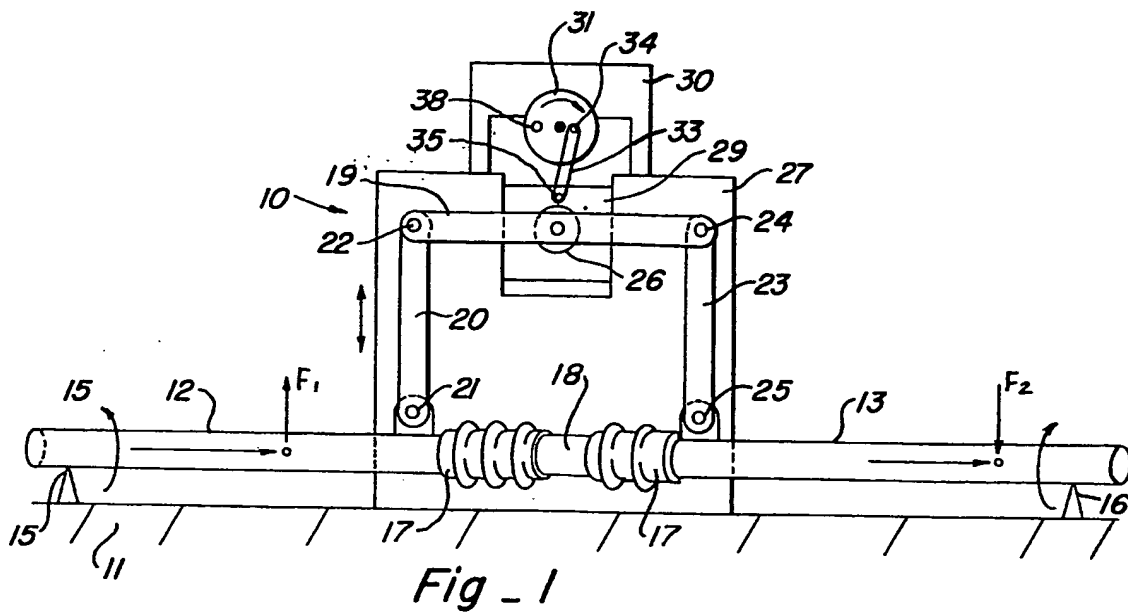
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Drehmomentensensor (26) für die Messung der Kraft einen elektromagnetischen Fühler aufweist, der eine Ausgleichkraft hervorbringt, wobei sich die Messung

als Funktion des Stromes ergibt, der erforderlich ist, um das Gleichgewichts-Kraftmoment aufzubringen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein unterbrechbarer Schalter dem Drehmomentensensor (26) zugeordnet ist, der nur geschlossen ist, wenn die Winkelgeschwindigkeit der Leitungsabschnitte um ihre Verschwenkenden einen maximalen Wert einnimmt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine flexible Kupplung (17,18) zwischen das Auslaßende des ersten Rohrabschnittes (12) und den Einlaß des zweiten Rohrabschnittes (13) eingefügt, daß ein Schwenkarm (19) sowohl am Auslaßende des ersten Rohrabschnittes als auch am Einlaßende des zweiten Rohrabschnittes angelenkt ist und daß eine Schwingbewegung hervorbringende Vorrichtung zwischen dem Schwingarm (19) und dem Drehmomentensensor (26) eingefügt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die die Schwingbewegung erzeugende Vorrichtung ein Oszillator ist, der aus einer drehbaren Kreiselscheibe (31) besteht, an der exzentrisch eine Schubstange (33) angreift, die mit dem Drehmomentensensor (26), der mit den Leitungsabschnitten in Verbindung steht, verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in ein Loch (38) oder dergleichen Öffnung in der Kreiselscheibe (31) vorgesehen ist, daß eine Lichtquelle auf der einen Seite der Kreiselscheibe (31) und ein fotoempfindliches Element auf der anderen Seite der Kreiselscheibe (31) in Stellung gebracht sind und daß ein Schaltvorgang durch diese Anordnung im wesentlichen nur dann, wenn die Winkelgeschwindigkeit einen entsprechenden Wert hat, auslösbar ist, wobei eine Verbindung zu dem Drehmomentensensor (26) hergestellt ist, der hierdurch nur dann betätigt wird, wenn die Winkelgeschwindigkeit der Leitungsabschnitte ein Maximum aufweist.
7. Verfahren zur Messung von Fließmengen unter Verwendung der Vorrichtung nach Figur 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zu messende Fließmasse durch eine Leitung gegeben wird, wobei wenigstens ein Leitungsabschnitt oszillierend winkelschwenkbar um einen Schwenkpunkt gehalten wird und daß das in dem Leitungsabschnitt durch den Fließstrom induzierte Drehmoment nur dann gemessen wird, wenn innerhalb des Leitungsabschnittes die Winkelgeschwindigkeit ein Maximum beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwei aneinandergrenzende Leitungsabschnitte gleichzeitig Schwingbewegungen ausführen, die spiegelsymmetrisch bzw. gegenläufig zueinander ausgeführt werden, und daß das Drehmoment über die aneinanderliegenden Enden der beiden Leitungsabschnitte gemessen wird.



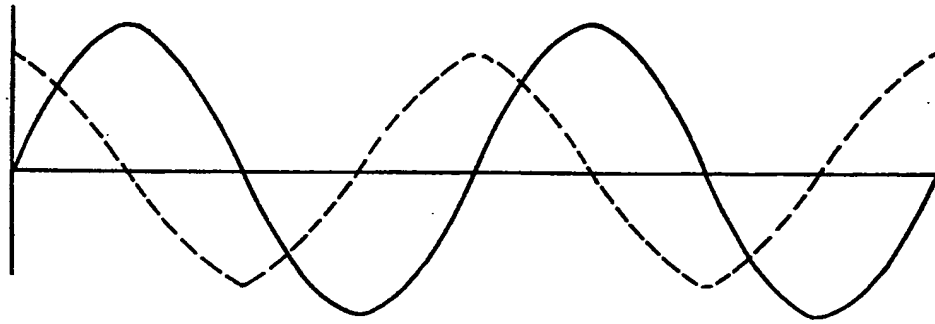


Fig - 4

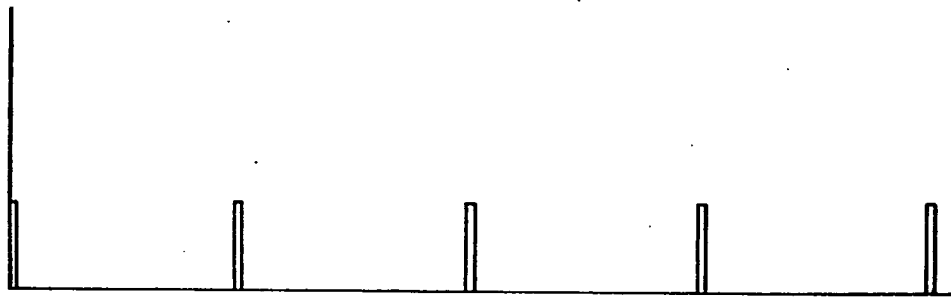


Fig - 5

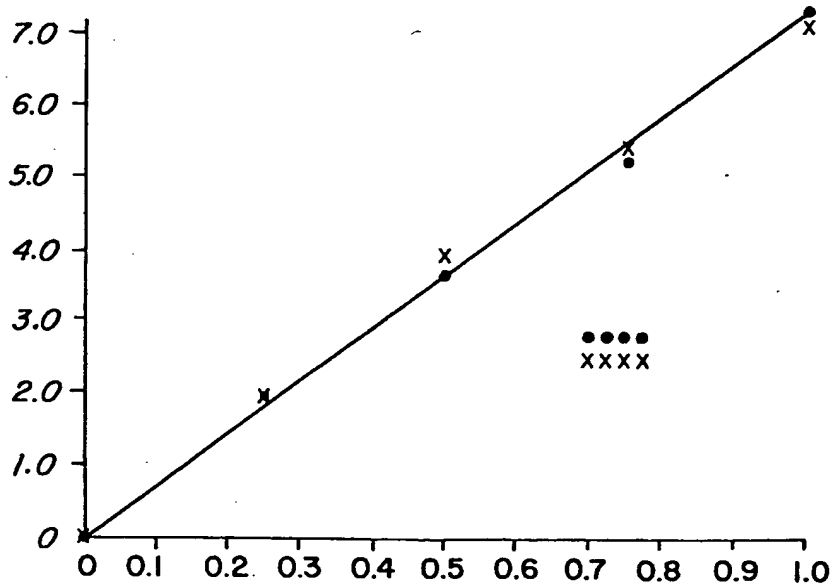
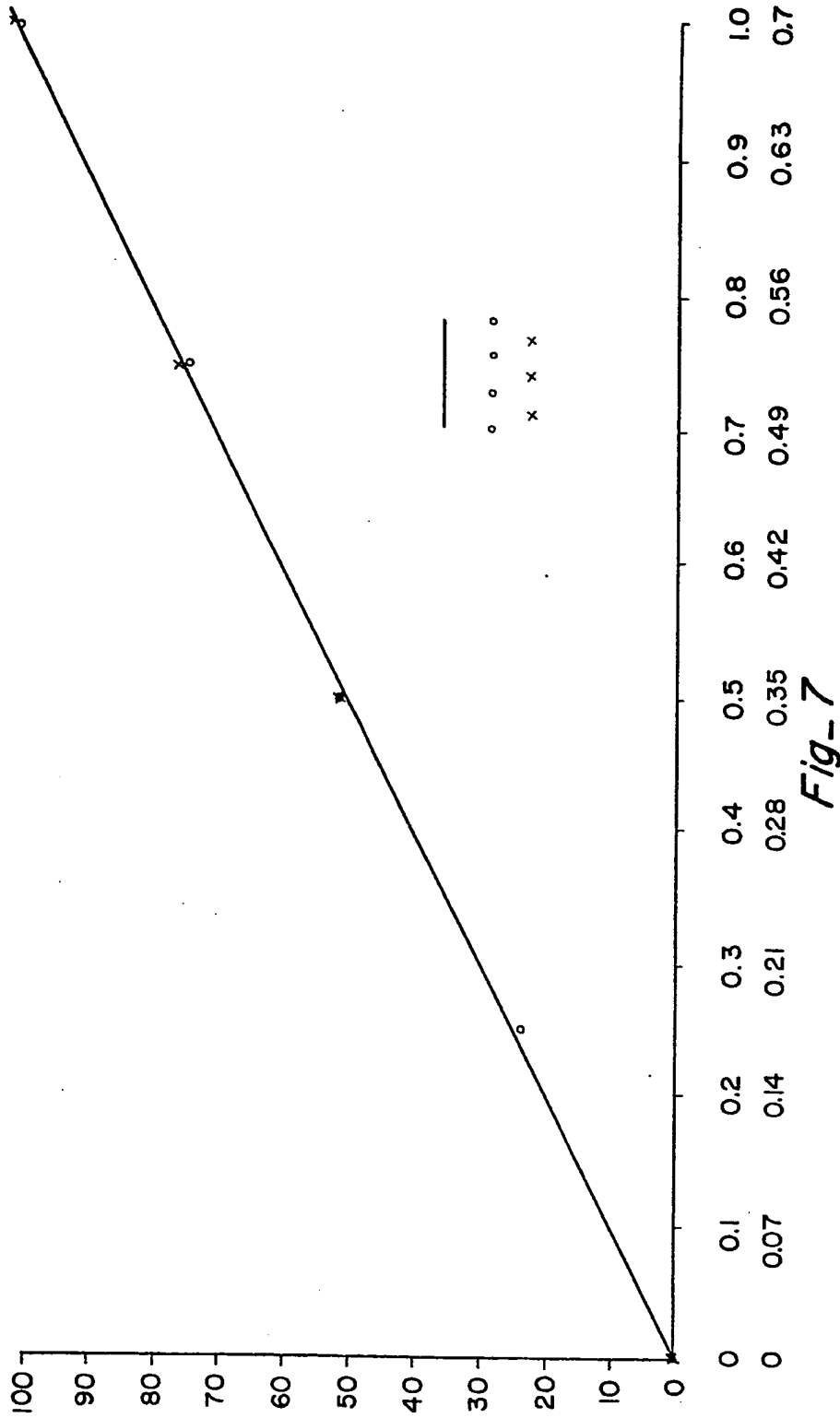


Fig - 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.